

Práctica 3: Enrutamiento interred (Routing)

Objetivos:

Durante esta práctica se van a reforzar los conocimientos adquiridos por los alumnos en las clases de teoría acerca del encaminamiento de nivel tres, realizado por los Routers. Para ello, se van a realizar las siguientes acciones:

- Implementar y comprender el direccionamiento basado en Routers
- Configurar y observar el funcionamiento del protocolo RIP
- Configurar y observar el funcionamiento del protocolo OSPF

Introducción:

Tal y como se ha visto en clase, el encaminamiento es uno de los servicios fundamentales de la capa de Red. El principal objetivo es asegurar la interconectividad entre los diferentes dominios, bajo criterios de mínimo coste. Para ello, los dispositivos de interconexión o routers hacen uso de algoritmos de encaminamiento a partir de los cuales se seleccionan las mejores rutas que permitan el acceso a todos los dominios de la red. En el caso de redes Internet, dos técnicas de enrutamiento destacan, las basadas en algoritmo vector-distancia, representada por el protocolo RIP, y las de estado del enlace, con OSPF como representante fundamental.

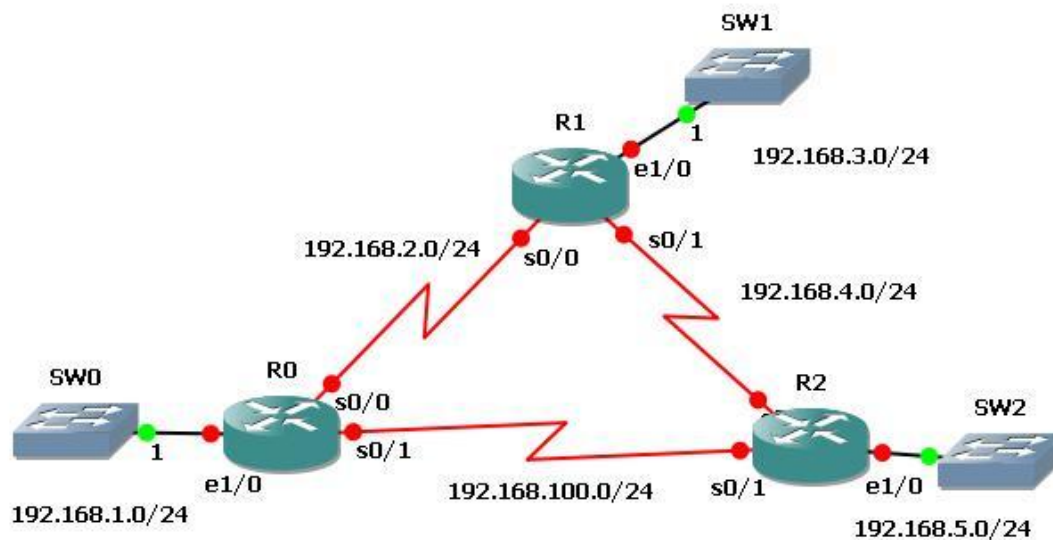
Aprovechando la experiencia adquirida en la práctica anterior, se va a proceder a montar y configurar una red compleja con múltiples dominios interconectados mediante 3 routers. Para ello partimos del simulador GNS3 sobre el que se van a desarrollar todos los supuestos siguientes:

- *Enrutamiento RIP sobre redes de clase*
- *Enrutamiento RIP sobre redes classless*
- *Enrutamiento OSPF*

Los routers a utilizar van a ser los mismos de la práctica 1, con chasis 3640, aunque en esta ocasión las tarjetas a utilizar son NM-4T en el slot 0 y NM-4E en el slot 1, con 4 interfaces serie y Ethernet respectivamente. Para simular diferentes redes vamos a utilizar los switch Ethernet que provee directamente el simulador.

Primera Parte: Enrutamiento RIP sobre redes de clase

En esta primera parte vamos a familiarizarnos con la configuración tanto del direccionamiento de los interfaces de los routers como del protocolo RIP. Para ello se va a montar una configuración como la de la figura, con seis redes de clase C (192.168.1/2/3/4/5/100.0).



A) Montaje de la red

Para ello seleccionamos 3 routers del tipo “Router c3600” y lo arrastramos a la ventana central. Enlazamos cada router mediante un enlace Serie. Arrastramos tres “Switch Ethernet” y los enlazamos uno a cada router mediante una conexión Ethernet.

B) Configuración de las interfaces

Para ello debemos acceder a las consolas de los routers, para lo cual primero tenemos que arrancar el sistema. A continuación se realizan los siguientes pasos:

1. Configurar las interfaces de R0, R1 y R2 con las direcciones IP de la tabla siguiente:

Router	Interfaz	Dir. IP	Máscara
R0	e1/0	192.168.1.1	255.255.255.0
	s0/0	192.168.2.1	255.255.255.0
	s0/1	192.168.100.1	255.255.255.0
R1	e1/0	192.168.3.1	255.255.255.0
	s0/0	192.168.2.2	255.255.255.0
	s0/1	192.168.4.1	255.255.255.0
R2	e1/0	192.168.5.1	255.255.255.0
	s0/0	192.168.4.2	255.255.255.0
	s0/1	192.168.100.2	255.255.255.0

2. Verificar el direccionamiento IP y las interfaces (`show ip interface brief`)

3. Comprobar la conectividad del sistema haciendo un ping desde R0 a las interfaces Ethernet de R1 y R2. ¿Qué ocurre?

C) Configuración del protocolo RIP

Para habilitar un protocolo de enrutamiento dinámico, desde el modo de configuración global utilice el comando `router`. Con `router ?` se muestra la lista de los protocolos de enrutamiento disponibles en el router.

1. Activamos el enrutamiento RIP mediante:

```
R0 (config)#router rip
```

2. Introducimos la dirección de red para cada uno de los dominios conectados directamente al router, utilizando el commando `network`

```
R0 (config-router)#network 192.168.1.0  
R0 (config-router)#network 192.168.2.0  
R0 (config-router)#network 192.168.100.0  
R0 (config-router)#
```

3. Repita el proceso en R1
4. Comprobar la conectividad del sistema haciendo un ping desde R0 a las interfaces Ethernet de R1 y R2. ¿Qué ocurre?
5. Repita el proceso en R2
6. Comprobar la conectividad del sistema haciendo un ping desde R0 a las interfaces Ethernet de R1 y R2. ¿Qué ocurre?
7. Guarde la configuración con el comando `write` o bien `copy run start`

Nota.- El comando `network` habilita a RIP en todas las interfaces que pertenezcan a la red indicada, con lo que a partir de ahora estas interfaces enviarán y recibirán actualizaciones RIP. Al mismo tiempo esta red será notificada en las actualizaciones de enrutamiento RIP que se envían a otros routers cada 30 segundos.

D) Verificar el enrutamiento RIP

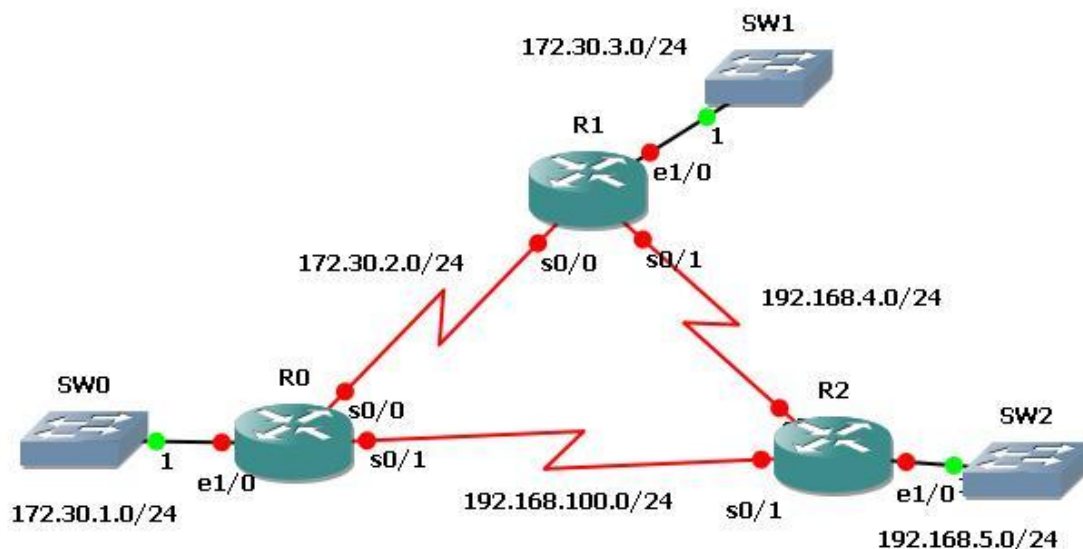
A modo de comprobación se pueden realizar las siguientes comprobaciones:

1. Compruebe que cada router cuenta con todas las redes dentro de la tabla de enrutamiento. Las rutas reveladas a través de RIP se codifican con una R en la tabla de enrutamiento. Utilice el comando `show ip route`
2. Visualice la información acerca de los procesos de enrutamiento que se producen en el router mediante el comando `show ip protocols`. Se puede utilizar este resultado para verificar los parámetros RIP para confirmar que:
 - El uso del enrutamiento RIP está configurado.
 - Las interfaces correctas envían y reciben las actualizaciones RIP.
 - El router notifica las redes correctas.
 - Los vecinos RIP están enviando actualizaciones

3. Visualice los mensajes RIP que se envían y reciben utilizando el comando `debug ip rip`. Las actualizaciones rip se envían cada 30 segundos, por lo que deberá esperar para visualizar la información de depuración. Para dejar de ver los mensajes utilice `undebug all`
4. Realice la captura de datagramas RIP comprobando la pila de protocolos utilizada y compare los resultados del punto 3 con los datos incluidos en cada paquete.

Segunda Parte: Enrutamiento RIP sobre redes classless

En esta parte se propone modificar el direccionamiento de la red anterior, utilizando subredes C en un rango de clase B (172.30.0.0/16) tal como se indica en la figura siguiente. El objetivo es observar cómo los routers optimizan el uso de memoria siempre que les es posible, realizando simplificaciones coherentes en función de los subdireccionamientos existentes:



Los valores correspondientes a cada interfaz aparecen en la tabla siguiente.

Router	Interfaz	Dir. IP	Máscara
R0	e1/0	172.30.1.1	255.255.255.0
	s0/0	172.30.2.1	255.255.255.0
	s0/1	192.168.100.1	255.255.255.0
R1	e1/0	172.30.3.1	255.255.255.0
	s0/0	172.30.2.2	255.255.255.0
	s0/1	192.168.4.1	255.255.255.0
R2	e1/0	192.168.5.1	255.255.255.0
	s0/0	192.168.4.2	255.255.255.0
	s0/1	192.168.100.2	255.255.255.0

A) Cambiar el direccionamiento IP

No tiene más que entrar a la configuración del interfaz correspondiente y poner el nuevo valor de la dirección IP. A veces, al cambiar la dirección IP en una interfaz, es posible que necesite reiniciar la interfaz mediante el comando `shutdown`, esperar el mensaje `LINK-5-CHANGED` y luego ejecutar el comando `no shutdown`. Este proceso obligará al IOS a comenzar a utilizar la nueva dirección IP.

Verifique que todos los interfaces se encuentran activos y con los valores correspondientes.

B) Configurar RIP

Para ello seguimos los siguientes pasos:

1. Eliminamos la configuración anterior mediante el comando `no router rip`
2. Configuramos con los nuevos valores tal como se hizo en el apartado 1.C.
3. Configure los routers para dejar de enviar actualizaciones desde la interfaz Ethernet: El comando `passive-interface ethernet 0/0` se utiliza para deshabilitar el envío de actualizaciones RIPv1 a la interfaz.

Nota.- Enviar actualizaciones desde la interfaz desperdicia ancho de banda y recursos de procesamiento de todos los dispositivos de la LAN. Además, notificar actualizaciones en una red de broadcast es un riesgo para la seguridad. Las actualizaciones RIP pueden interceptarse con software analizador de protocolos. Las actualizaciones de enrutamiento pueden modificarse y enviarse de regreso al router, dañando la tabla del router con métricas falsas que orientan mal el tráfico.

C) Verificar el enrutamiento RIP

A modo de comprobación se pueden realizar las siguientes comprobaciones:

1. Compruebe que cada router cuenta con todas las redes dentro de la tabla de enrutamiento. Las rutas reveladas a través de RIP se codifican con una R en la tabla de enrutamiento. Utilice el comando `show ip route`
2. Visualice la información acerca de los procesos de enrutamiento que se producen en el router mediante el comando `show ip protocols`. Se puede utilizar este resultado para verificar los parámetros RIP para confirmar que:
 - El uso del enrutamiento RIP está configurado.
 - Las interfaces correctas envían y reciben las actualizaciones RIP.
 - El router notifica las redes correctas.
 - Los vecinos RIP están enviando actualizaciones
3. Visualice los mensajes RIP que se envían y reciben utilizando el comando `debug ip rip`. Las actualizaciones rip se envían cada 30 segundos, por lo que

- deberá esperar para visualizar la información de depuración. Para dejar de ver los mensajes utilice `undebug a11`
4. Realice la captura de datagramas RIP comprobando la pila de protocolos utilizada y compare los resultados del punto 3 con los datos incluidos en cada paquete.

Tercera Parte: Enrutamiento RIP en redes classfull

En esta parte se va a comprobar cómo RIP es un protocolo de enrutamiento classless, en el que, aunque pueda detectar el subdireccionamiento (VLSI), se encuentra con muchos problemas cuando las subredes son disjuntas, esto es, están separadas mediante otras redes o subredes de diferentes rangos. Esta fue, precisamente, la razón por la cual RIP v.1 dio paso a RIP v.2, el cual si que permite realizar dichas configuraciones.

A) Cambiar el direccionamiento IP

Para ilustrar la diferencia entre RIPv1 y RIPv2, partiremos de la red de la parte anterior, en la cual modificamos la red conectada a la interfaz Ethernet de R2 por la 172.30.5.0/24, para lo que le damos la dirección 172.30.5.1 con máscara 255.255.255.0.

Verifique que el interfaz se encuentra activo y con el valor correspondiente.

B) Configurar RIP

Para ello podemos repetir el proceso seguido en la segunda parte, sin embargo, solamente tenemos que modificar el RIP en R2, sustituyendo la dirección de la red 192.168.5.0 por la de 172.30.5.0. Para ello, una vez en el prompt `R0(config-router)#`, basta con poner `no network 192.168.5.0` y a continuación `network 172.30.5.0`.

C) Verificar el enrutamiento RIPv1

Utilice varias veces el comando `show ip route` en los tres routers. Observe cómo la información evoluciona en los diferentes routers. Observe la evolución de las tablas de enrutamiento. ¿Qué está ocurriendo?

Compruebe la conectividad del sistema haciendo un ping desde R0 a las interfaces Ethernet de R1 y R2. ¿Qué ocurre?

D) Verificar el enrutamiento RIPv2

Para activar la versión 2 de RIP, una vez en el prompt `R0(config-router)#`, utilice el comando `version 2` en los tres routers. Observe cómo han evolucionado las tablas en los tres routers. Tenga en cuenta que las tablas son accedidas de forma secuencial, por lo que el orden de las rutas es fundamental.

Repita el ping desde R0 a las interfaces Ethernet de R1 y R2. ¿Qué ocurre?

Cuarta Parte: Enrutamiento OSPF

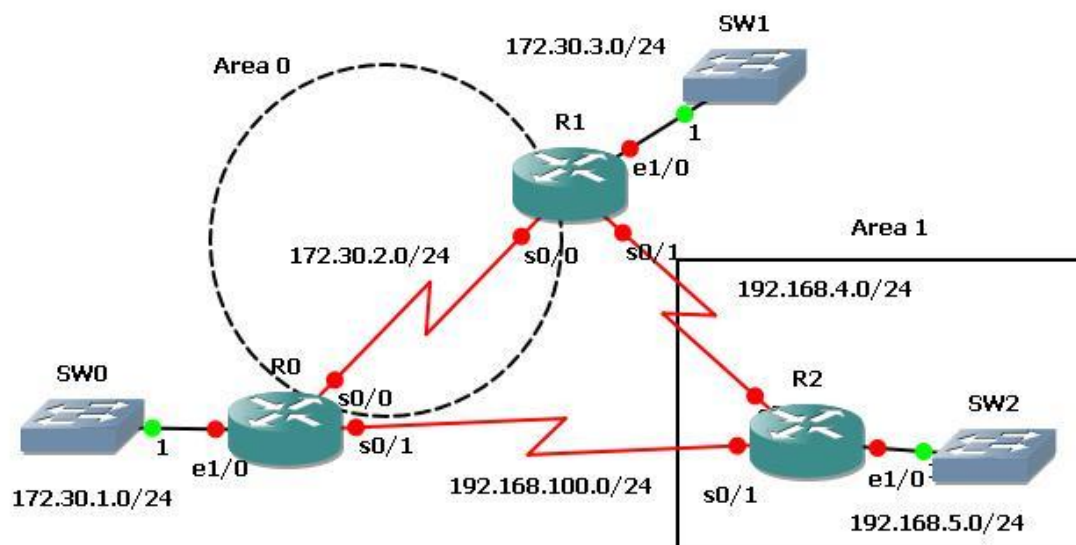
Como alternativa al enrutamiento vector-distancia surge el enrutamiento basado en el “estado del enlace”. En esta parte, y a modo de comparación, se va a sustituir RIP por OSPF en la configuración de la parte anterior. Para ello siga los siguientes pasos:

1. Eliminar las configuraciones de RIP en los tres routers, utilizando el comando `no router rip`.
2. Arranque del proceso OSPF mediante el comando: `(Config)# router ospf 1`, siendo “1” el identificador del proceso ospf (puede ser cualquier valor, incluso distinto en cada router de la red; únicamente se utiliza para distinguir procesos OSPF en el caso de que existan varios arrancados simultáneamente en el mismo router).
3. Definición del área en la que se encuentra cada interfaz del router que participa en OSPF. Para ello se utiliza el comando “network”, mediante el cual se especifica la asociación entre direcciones de interfaces e identificadores de áreas. Por ejemplo:

```
(config)# router ospf 1  
(config-router)# network 131.108.20.0 0.0.0.255 area 0  
(config-router)# network 131.109.10.0 0.0.0.255 area 1
```

La primera línea especifica que todos los interfaces del router cuya dirección comience por 131.108.20.0/24 pertenecen al área 0. Asimismo, la segunda declara que los interfaces cuya dirección comience por 131.109.10.0/24 pertenecen al área 1.

Complete las configuraciones correspondientes a cada router de acuerdo al siguiente diagrama:



IMPORTANTE: el comando “**network**” NO especifica el rango de direcciones accesibles dentro de un área de OSPF. Esto es, en el ejemplo anterior los comandos “**network**” no especifican que los prefijos 131.108.20.0/24 y 131.109.10.0/24 estén accesibles en las áreas 0 y 1 respectivamente. El comando “**network**” es únicamente un método (confuso en cierto modo) de definir localmente en cada router las áreas a las que pertenece cada interfaz.

Nota.- En el caso de los routers frontera de área (ABR), es necesario además definir cómo se realiza el flujo de información de encaminamiento entre las áreas y el backbone:

- Si no se especifica nada en el ABR, los prefijos de las áreas se redistribuyen al backbone y viceversa sin modificaciones (no hay agregación ni rutas por defecto).
- Para realizar agregación desde las áreas hacia el backbone se puede utilizar el comando “**area range**”, que permite definir el/los prefijo/s que el ABR exportará hacia el backbone, independientemente de los que se hayan distribuido en el interior del área. Por ejemplo:

```
(config)# router ospf 109
(config-router)# network 131.108.20.0 0.0.0.255 area
0
(config-router)# network 131.109.1.0 0.0.0.255 area
1
(config-router)# area 1 range 131.109.0.0
255.255.248.0
```

En este caso el ABR exportará hacia el backbone el prefijo 131.109.0.0/21.

En caso de que el área solo tenga una salida hacia el backbone y no se quiera que los prefijos del backbone se distribuyan hacia el interior del área, se puede utilizar el comando:

```
(config-router)# area 5 stub no-summary
```

Al definirse un área de tipo “**stub**”, se “**inyecta**” al interior del área una ruta por defecto. Si, además se incluye el parámetro “**no-summary**”, se evita que los prefijos del backbone llegen al interior del área.

Si un área es de tipo “**stub**”, se debe definir como tal en todos los routers del área. En caso contrario, no se establecerán las vecindades adecuadamente.

4. Observe cómo han evolucionado las tablas en los tres routers.
5. Otros comandos de interés relacionados con OSPF son los siguientes:
 - **show ip ospf**: Muestra información general sobre un proceso OSPF.

- **show ip ospf interfaces.** Muestra los interfaces del router que participan en OSPF.
- **show ip ospf neighbors.** Muestra la lista de routers que mantienen una relación de “vecindad“ con el router en el que se ejecuta el comando.
- **show ip ospf database.** Muestra información sobre el contenido de la base de datos de encaminamiento OSPF de un router.
- **router-id ip-address.** Permite definir el identificador de un router utilizado por OSPF. Si no se incluye, el router escoge una de sus direcciones IP como identificador.
- **debug ip ospf.** Permite activar el trazado de eventos de OSPF. Teclar “**debug ip ospf ?**” para ver las distintas opciones que ofrece.